

⑤

Int. Cl.:

G 01 n, 11/10

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



⑤2

Deutsche Kl.: 42 I, 7/02

⑩

⑪

⑫

⑬

⑭

# Offenlegungsschrift 2 149 720

Aktenzeichen: P 21 49 720.1

Anmeldetag: 5. Oktober 1971

Offenlegungstag: 12. April 1973

Ausstellungspriorität: —

③0

Unionspriorität

③2

Datum: —

③3

Land: —

④1

Aktenzeichen: —

⑥4

**Bezeichnung:** Vorrichtung zur Normalkraftmessung bei Kelgel-Platte- bzw. Platte-Platte-Viskosimetern sowie zur Abstandsmessung und -einstellung

⑥1

Zusatz zu: —

⑥2

Ausscheidung aus: —

⑦1

**Anmelder:** Sommer, Werner O., Dipl.-Ing., 7300 Esslingen

**Vertreter gem. § 16 PatG:** —

⑦2

**Als Erfinder benannt:** Erfinder ist der Anmelder

BEST AVAILABLE COPY

DT 2 149 720

VORRICHTUNG zur NORMALKRAFTMESSUNG bei KEGEL-PLATTE-  
bzw. PLATTE-PLATTE-VISKOSIMILTERN sowie zur ABSTANDS-  
MESSUNG und -EINSTELLUNG.

### 1. Problemstellung

Viskosimeter dienen zur Ermittlung bestimmter Flüssigkeitseigenschaften, insbesondere der Viskosität und des Normalspannungsverhaltens. Die Viskosität berechnet man aus dem Drehmoment. Das Normalspannungsverhalten <sup>kann</sup> aus der von der Flüssigkeit im Meßspalt des Viskosimeters auf Kegel und Platte (bzw. Platte und Platte) ausgeübten Normalkraft bestimmt werden.

Die Messung der Normalkraft erfordert einen weit größeren konstruktiven und elektronischen Aufwand als die Messung des Drehmoments. Der Grund ist darin zu suchen, daß die angewandten Meßmethoden nicht "quasi wegfrei" arbeiten, d.h., diese beruhen auf der elastischen Deformation einer relativ weich ausgeführten Feder (z.B. Torsionsfeder, Biegebalken). Beim Drehmoment wirkt sich dies nicht nachteilig aus, da die Deformation der Feder mit der Drehbewegung von Kegel bzw. Platte konform ist.

Bei der Normalkraft hingegen ist dieses Meßprinzip nicht ohne weiteres anwendbar, da die Grundbedingung für die Messung ein zeitlich konstanter Abstand von Kegel (Platte) und Platte ist, der zunächst im Stillstand auf den Sollwert eingestellt wird.

### 2. Herkömmliche Verfahren

Mit einer Servoregelung kann die beschriebene <sup>Normalkraftmessung</sup> Meßmethode zur Anwendung wandt werden. Diese hält den Abstand zwischen Kegel (Platte) und Platte konstant, ist jedoch mit einem erheblichen Aufwand verbunden (Abb.1). Die auf die Platte(2) wirkende Normalkraft lenkt den Biegebalken(1) aus. Der Wegaufnehmer(3) mißt den Ausschlag und steuert den Servomotor(4), der das Ende des Biegebalkens(1) solange entgegen der Auslenkung bewegt, bis der Wegaufnehmer(3) wieder die alte Lage der Platte(2) angibt. Der Wegaufnehmer(5) zeigt eine Wegänderung an, die ein Maß für die Normalkraft ist. Es ist verständlich, daß dieses System elektrische als auch mechanische Übertragungsfehler mit sich bringt und ein Zeitverhalten aufweist. Insbe-

sondere ergeben sich Fehler durch Temperaturunterschiede im Übertragungsgestänge, welches ja von der Platte (unter Umständen beheizt oder gekühlt) nach außen (Raumtemperatur) die Kraft überträgt. Diese Differenzdehnungen der Metallteile (Gestell, Übertragungsgestänge) lassen sich bei dieser Methode grundsätzlich nicht vermeiden und wirken sich verfälschend auf die Meßwerte aus (überlagerte Sekundäreffekte), wenn man bedenkt, daß der Abstand mit um-Genauigkeit konstant gehalten werden muß (z.B. 1  $\mu$ m). Eine Ausschaltung dieser Fehler durch Nachjustieren kurz vor der Messung ist nicht möglich.

Es sei noch das Kontaktverfahren erwähnt, bei dem der Abstand Kegel-Platte durch den elektrischen Kontakt von Kegelspitze und Platte kontrolliert wird und bei der Kombination Platte-Platte nicht angewandt werden kann. Da die Kontaktgabe von der Flüssigkeit abhängt und von der angelegten Spannung (Funkenstrecke), die Kegelspitze nicht genau gefertigt werden kann und vielfach schnell verschleißt, ist mit dieser Methode nicht die erforderliche Genauigkeit zu erzielen.

### 3. Beschreibung der Erfindung

Es werden Maßnahmen beschrieben, die den Aufwand zur Normalkraftmessung stark vereinfachen. Insbesondere wurde Vorsorge getroffen für eine genauere Abstandsmessung, Spalteinstellung und Spaltabstandskontrolle, auch nach längeren Zeitabständen, z.B. für den Fall, daß die Flüssigkeit bei Raumtemperatur in den Meßspalt gebracht und die Heizkammer (Kühlkammer) eingeschaltet wird, so daß eine längere Zeit bis zur Temperaturkonstanz abgewartet werden muß. Die vorne als störend erwähnten Differenzdehnungen infolge Temperaturänderungen können direkt vor der Messung durch Nachjustieren eliminiert werden.

#### 3.1 Normalkraftmessung

In Abb. 2 ist das Meßverfahren schematisch dargestellt. Der Gedanke besteht darin, die Kraftmessung mit einem "quasi wegfrei" arbeitenden Kraftmeßelement durchzuführen, welches z.B. durch einen piezoelektrischen Kraftmesser sehr gut realisiert werden kann. Für den gleichen Zweck kann auch das elastomagnetische (magnetostriktive) Meßprinzip angewandt werden. Die Steifigkeit kommerziell gefertigter piezoelektrischer Kraftmesser beträgt etwa 0,5 mm/100 kp. Dies ist im Vergleich zur weichen Feder extrem hoch und für die

309815/0494

"quasi wegfrie" Kraftmessung nahezu ideal. Der piezoelektrische Kraftmesser (7) ist als Ring ausgeführt und zwischen Platte (8) und Plattenhalterung (9) geschraubt.

### 3.2 Abstandsmessung und Abstandseinhaltung

Für exakte Messungen ist es, wie schon oben erwähnt, erforderlich, daß der Abstand zwischen Kegel (Platte) und Platte konstant ist. Da die Kegelspitze aus fertigungstechnischen Gründen nicht exakt hergestellt werden kann, scheidet diese auch wegen der meßtechnischen Unzugänglichkeit als Bezugspunkt aus.

(Abb. 3) Deshalb wird am Kegel (12) (Platte) auf dem äußersten Durchmesser ein stirnseitiger Bund (13) angebracht, der durch die Hinterstechung (14) von der eigentlichen Meßfläche (15) getrennt ist. In der Hinterstechung (14) kann sich die überschüssige Flüssigkeit im Meßspalt (16) sammeln. Der Kegel wird ersetzt durch einen Kegelstumpf, dessen Durchmesser (d) klein sein soll. Die Abstandsmessung erfolgt dadurch, daß in den von der Stirnseite des Bunds (13) und der Platte (17) gebildeten Spalt (18) ein Meßplättchen (19) mit der Stärke (s) geschoben wird. Die Stärke (s) ist so zu bemessen, daß bei Anlage des Meßplättchens (19) an den Metallflächen des Spalts (18) die gedachte Kegelspitze (20) genau in der Ebene der Gegenfläche liegt. Durch den Schraubmechanismus (21) kann der Abstand zwischen Platte (17) und Kegel (12) (Platte) verändert werden. Erfolgt die Anlage des Meßplättchens (19) an den Metallflächen des Spalts (18), so gibt der Kraftmesser ein elektrisches Signal. Durch geeignete Wahl des Kraftmessers ist es möglich, noch Kräfte im Bereich 1 Pond aufzulösen, so daß der Anlagepunkt exakt ermittelt werden kann. Wird der Kegel (12) durch eine Platte ersetzt (Betriebsmöglichkeit als Platte-Platte-Viskosimeter), läßt sich dieses Meßprinzip beibehalten, wobei natürlich die gedachte Kegelspitze entfällt und der Abstand (s) frei festgelegt werden kann.

BEST AVAILABLE COPY

309815/0494

BAD ORIGINAL

1. Vorrichtung zur Normalkraftmessung bei Kegel-Platte- bzw. Platte-Platte-Viskosimetern sowie zur Abstandsmessung und -einstellung, dadurch gekennzeichnet,

daß die Normalkraftmessung durch einen "quasi wegfrei" arbeitenden Kraftmesser(7) erfolgt (z.B. einen piezoelektrischen Kraftmesser), durch den die Normalkraft von der Platte(17) zum Maschinengestell hindurchgeleitet wird,

daß zur Abstandsmessung am Kegel(12) auf dem äußersten Durchmesser ein stirnseitiger Bund(13) angebracht ist, der von der Meßfläche(15) durch eine Hinterstechnung(14) getrennt ist,

daß die Ebene der stirnseitigen Fläche des Bunds(13) gegenüber der Ebene, in der die gedachte Kegelspitze liegt, um einen bestimmten Betrag (s) zurückliegt,

daß der Durchmesser der Platte(17) etwa den Außendurchmesser des Bunds(13) aufweist,

daß zwischen die Stirnfläche des Bunds(13) und der Platte(17) ein Meßplättchen(19) geschoben wird,

daß der Abstand zwischen Kegel(12) und Platte(17) durch einen Verstellmechanismus(21) an der Platte(17) verändert werden kann.

2. Vorrichtung zur Normalkraftmessung bei Kegel-Platte- bzw. Platte-Platte-Viskosimetern sowie zur Abstandsmessung und -einstellung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß der Kegel(12) durch eine Platte ersetzt wird, die ebenfalls den Bund(13) sowie die Hinterstechnung(14) aufweist.

3. Vorrichtung zur Normalkraftmessung bei Kegel-Platte- bzw. Platte-Platte-Viskosimetern sowie zur Abstandsmessung und -einstellung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß die Platte(17) auf der Plattenfläche an ihrem äußeren Durchmesser, gegenüber der Stirnfläche des Bunds(13), zurückgesetzt ist (Abb.4).

BEST AVAILABLE COPY

309815/0494

4. Vorrichtung zur Normalkraftmessung bei Kegel-Platte- bzw. Platte-Platte-Viskosimetern sowie zur Abstandsmessung und -einstellung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Normalkraft durch einen "quasi wegfrei" arbeitenden Kraftaufnehmer gemessen wird, durch den die Kraft vom Kegel zum Maschinengestell geleitet wird.
5. Vorrichtung zur Normalkraftmessung bei Kegel-Platte- bzw. Platte-Platte-Viskosimetern sowie zur Abstandsmessung und -einstellung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen Kegel(12) und Platte(17) durch einen Verstellmechanismus(21) am Kegel(12) (oder ersetzt durch eine Platte) verändert werden kann.

BEST AVAILABLE COPY

421 7-02 AT 05.10.71 OT 12.04.73

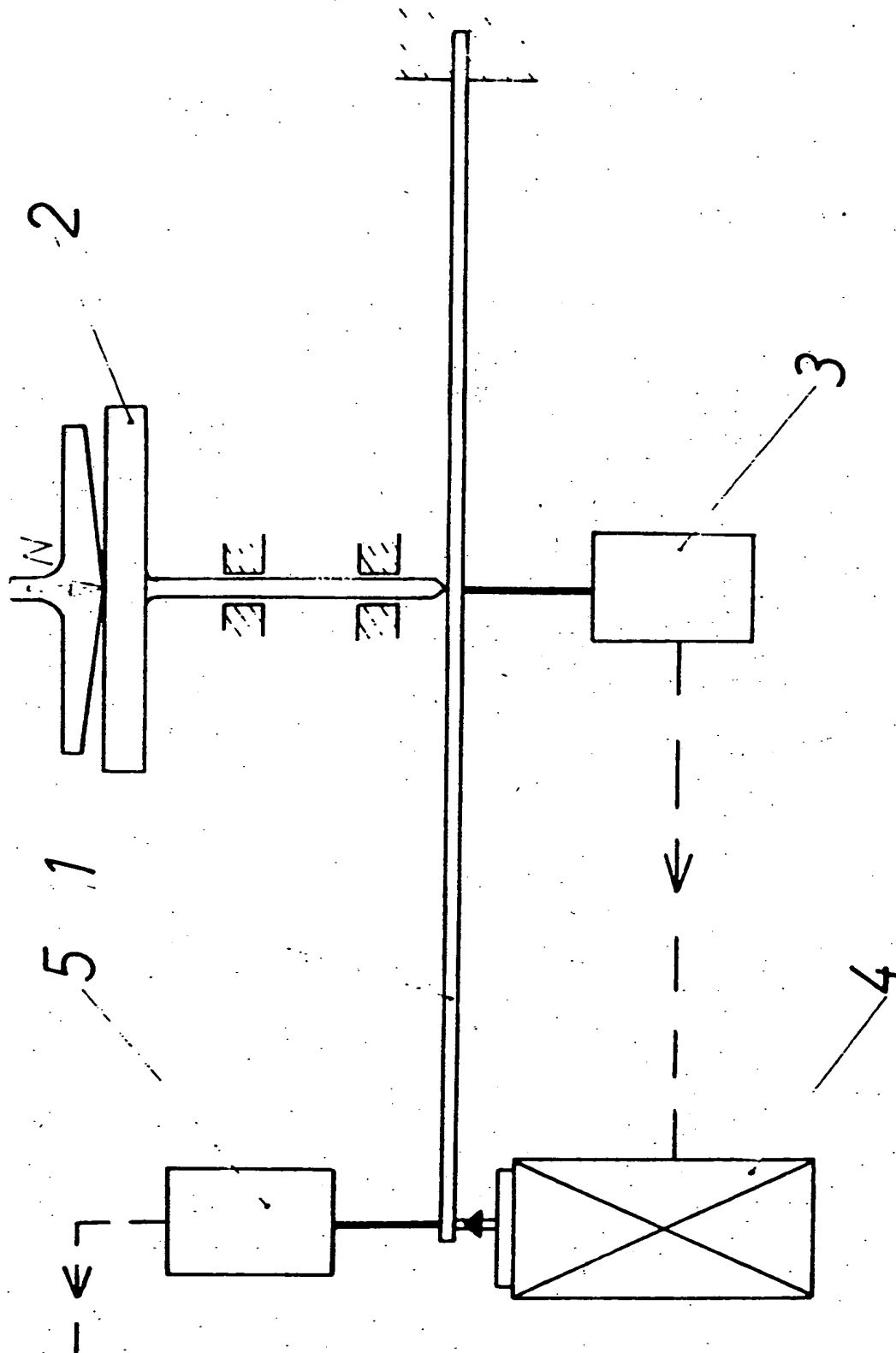


Abb. 1: Kompensationsverfahren mit Servoregelung

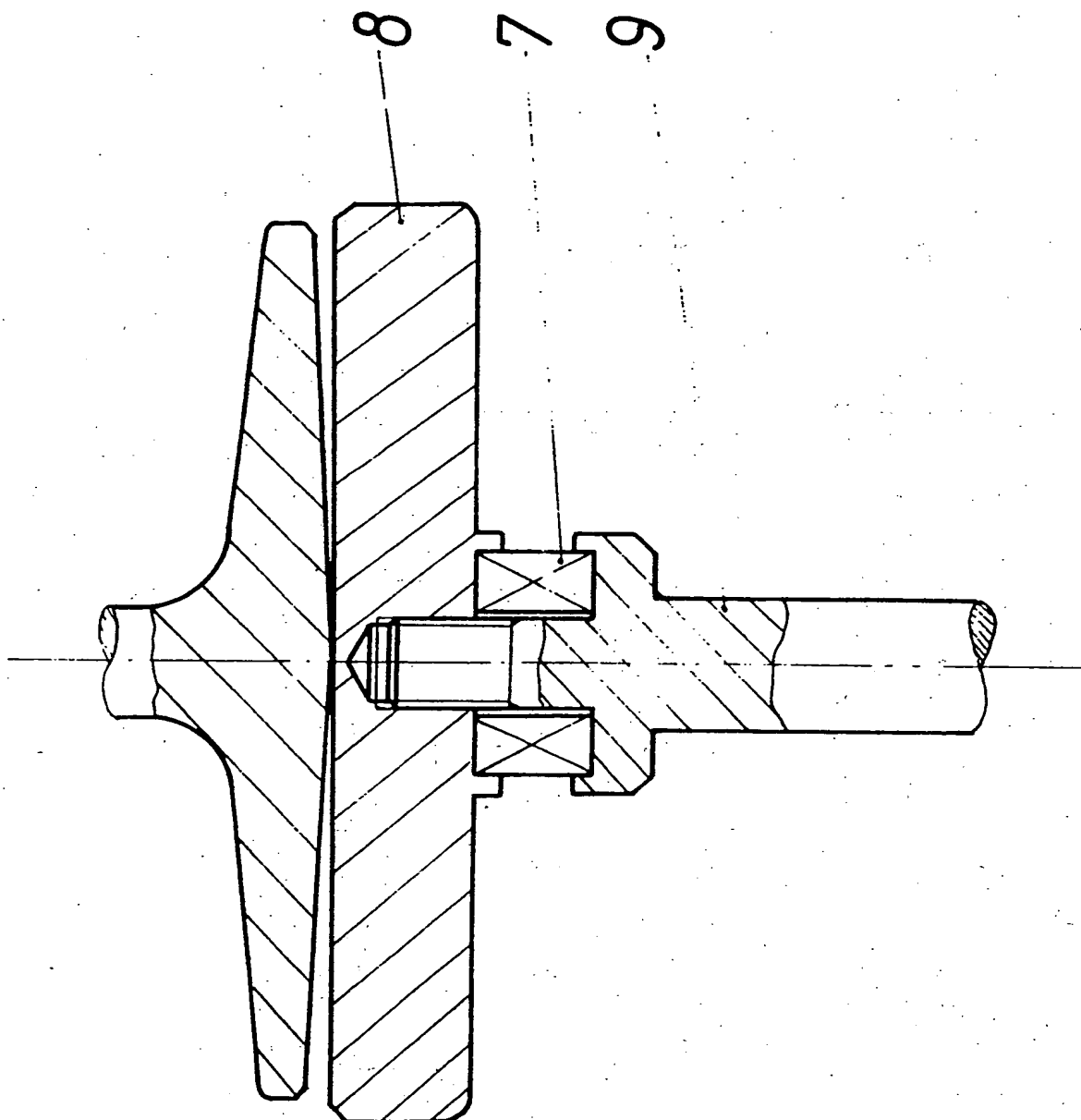


Abb. 2: Piezoelektrische Kraftmessung



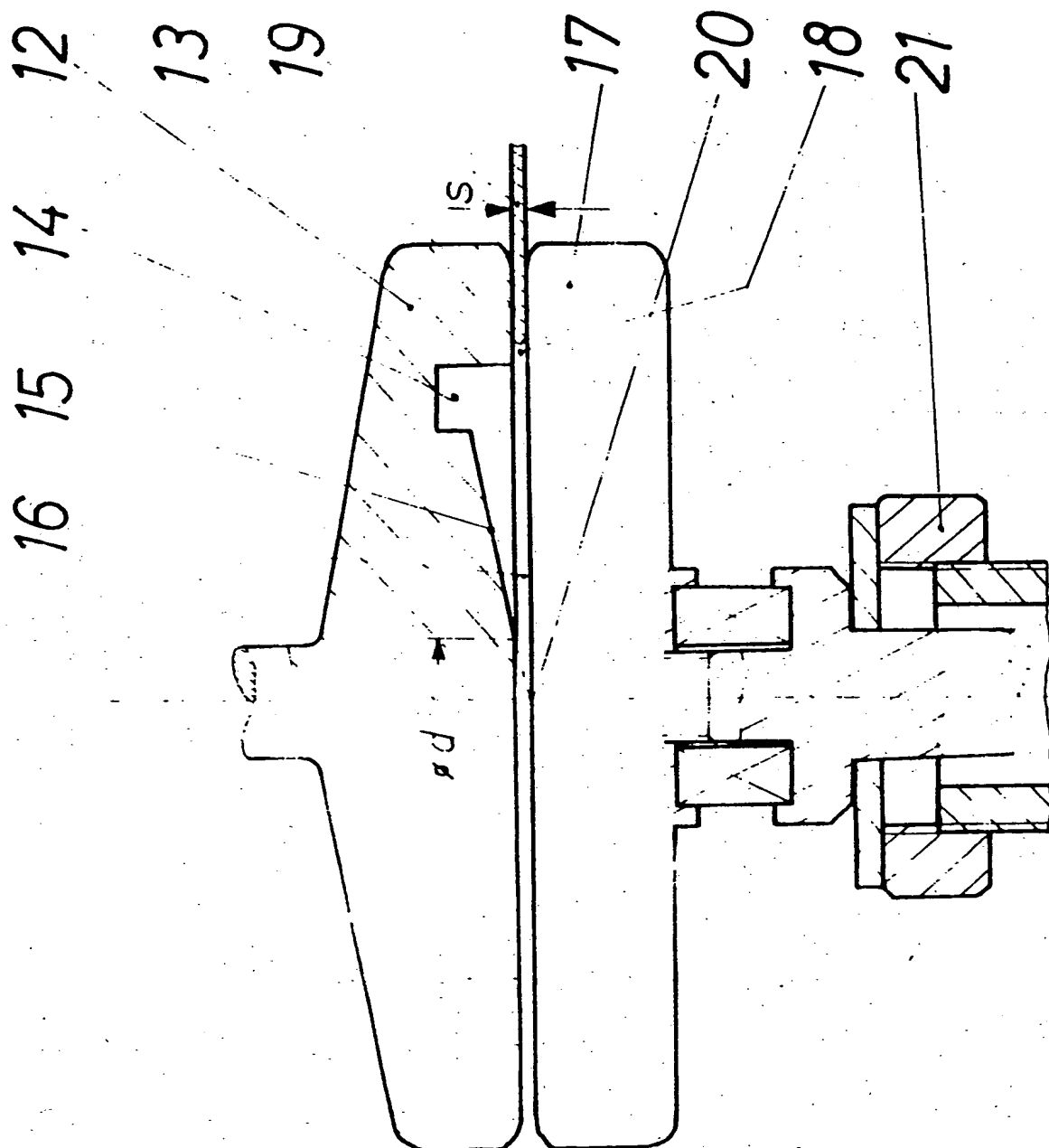


Abb. 3 : Abstandsmessung

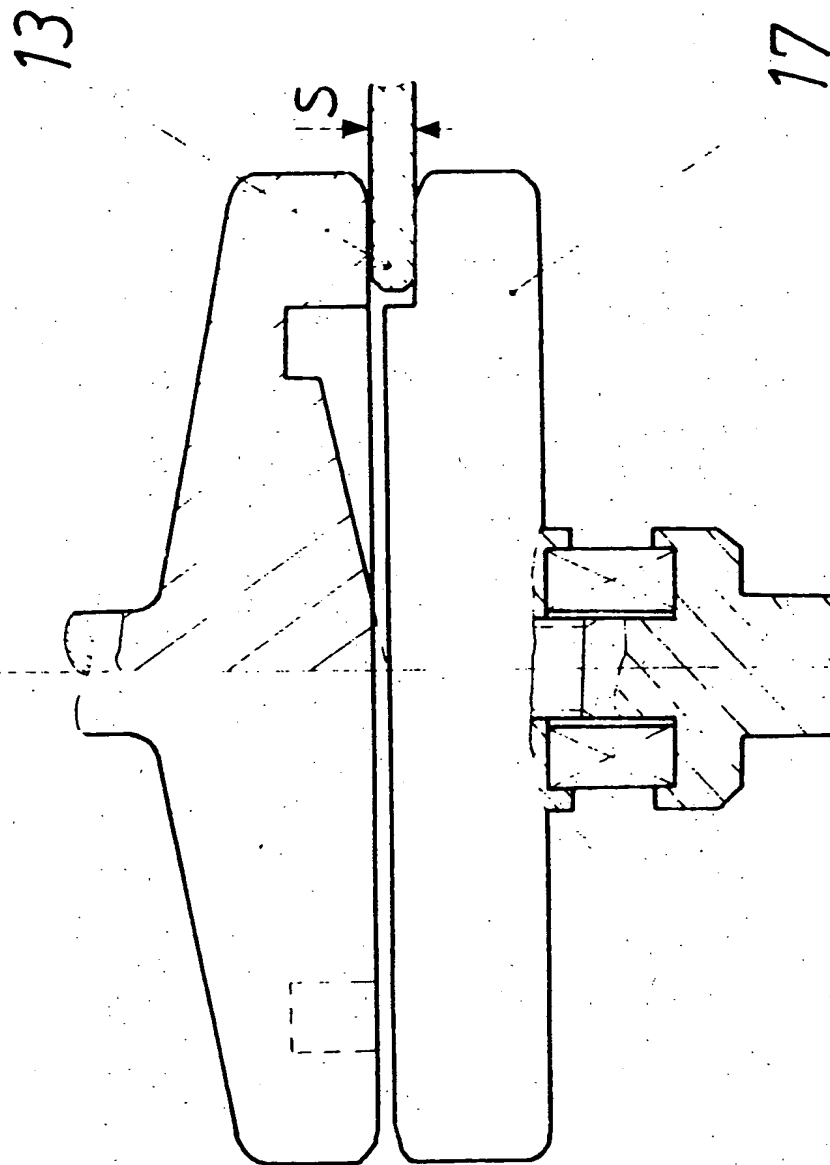


Abb. 4: Platte mit Stufe zur Vergrößerung des Abstandes s